

BIOLOGISCHE MEERESKUNDE  
— FORSCHUNG AUF F. S. „METEOR“ —

VON G. HEMPEL

Ein Rückblick auf die ersten sieben Jahre des Einsatzes von F. S. „Meteor“ ist zugleich ein Blick auf ein wichtiges Stück in der Entwicklung der biologischen Meereskunde in Deutschland. In der Zeit vor dem ersten Weltkrieg und dann wieder zwischen den Kriegen, wurde die biologische Meereskunde in Deutschland von einigen wenigen Forschern getragen: vor allem von V. Hensen, E. Lohmann, E. Hentschel. Die chemischen Aspekte des biologischen Stoffkreislaufs wurden von Wattenberg und Kalle untersucht. Nach dem Kriege arbeitete Krey mit wenigen Schülern über Phytoplankton und Produktionsbiologie.

In den letzten Jahren hat in Deutschland die biologische Meereskunde eine breitere Basis erhalten. Personalvermehrung, enge Auslandskontakte und die Möglichkeit, auf einem großen Schiff mit anderen Sparten der Meereskunde gezielt zusammenzuarbeiten, waren Voraussetzung für diese Entwicklung, die ich im folgenden mit groben Strichen nachzeichnen möchte.

Wir müssen vorausschicken, daß auf den „Meteor“-Fahrten eine ganze Reihe biologischer Arbeiten durchgeführt wurde, die nicht unter der Generalüberschrift „Biologische Meereskunde“ firmieren. Taxonomische, faunistische und physiologische Untersuchungen stellten einen wichtigen Teil der biologischen Programme der „Meteor“-Fahrten dar. In den ersten Jahren standen sie sogar im Vordergrund. Damals waren die Biologen im wesentlichen Mitfahrende, die zwar Raum und Zeit auf den Expeditionen in beträchtlichem Maße in Anspruch nahmen, das wissenschaftliche Gesamtkonzept der Reisen aber nicht entscheidend beeinflussen. Erstmalig für die Kuppenfahrten 1967 wirkte Bückmann mit einem biologischen Programm grundlegend auf die Fahrtplanung ein. Die Roßbreiten-Expedition 1970 war überwiegend von Biologen und Chemikern geplant und die 26. Reise wird das erste voll integrierte Programm biologischer, chemischer und physikalischer Untersuchungen des Auftriebsphänomens und seiner biologischen Folgen haben.

Aus der starken Integration biologischer Arbeiten in das Gesamtkonzept der Forschungen auf „Meteor“ erwächst die Notwendigkeit, daß die Biologen nun ihre Aktivitäten selbstkritischer betrachten, um neue Programme verantwortungsvoll verteidigen zu können. Diesem Problem ist der zweite Teil meines Referates gewidmet.

#### A. RÜCKBLICK

Fünf „Meteor“-Reisen hatten starke biologische Elemente in ihrem Programm. Wegen der Langwierigkeit biologischer Fänge wurde ein erheblicher Teil der Einsatzzeit dieser Reisen biologischen Arbeiten gewidmet.

- |               |                         |
|---------------|-------------------------|
| Nr. 1         | Indischer Ozean         |
| Nr. 3 und 15  | Iberische See           |
| Nr. 9         | Atlantische Kuppenfahrt |
| Nr. 13 und 19 | Westafrika              |

Auf acht weiteren Reisen spielte die Biologie zumindest auf einzelnen Fahrtabschnitten eine gewisse Rolle. Dabei sind alle Abstufungen der Beteiligung zu verzeichnen: Von der Durchführung eines umfangreichen Benthosprogrammes auf einem Abschnitt der Reise 23 bis hin zu Seevogelbeobachtungen auf einer Vermessungsfahrt vor Ostgrönland.

Wer aus der Tatsache, daß die Biologie bisher erst selten maßgeblich bei der Planung von „Meteor“-Expeditionen mitwirkte, generell eine zu schwache Berücksichtigung biologischer Wünsche ableitet, übersieht zweierlei:

Einerseits stand den marinen Biologen bereits seit langem das hochseetüchtige Fischereiforschungsschiff „Anton Dohrn“ in gewissem Umfang zur Verfügung. Die Forschungsfahrten der „Anton Dohrn“ und später auch der „Walter Herwig“ banden einen Teil der Kapazität der deutschen marinen Biologie und dienten z. T. wissenschaftlichen Aufgaben, die über fischereiliche Tagesfragen hinausgehen.

Andererseits hatten die physikalischen Arbeitsrichtungen der Meereskunde bei Indienststellung der „Meteor“ einen größeren Fundus an Instrumenten und auch an Konzepten, den sie so intensiv wie möglich auf dem neuen Schiff einsetzen wollten.

Wenn trotz dieser hohen Konkurrenz den marinen Biologen von Anfang an Raum und Zeit auf „Meteor“ eingeräumt und die Entfaltung der biologischen Meereskunde gefördert wurde, so ist das zum Teil der Initia-

tive der Herren Bückmann und Krey zu danken. Mindestens ebenso wichtig war das von Herrn Meyl vertretene Konzept der DFG, daß alle Zweige der Meereskunde gleichermaßen von der „Meteor“ profitieren sollten.

Drei Nichtbiologen haben unsere Arbeiten auf „Meteor“ besonders gefördert: Die Herren Roll, Dietrich und Kroebel.

Obschon das Deutsche Hydrographische Institut (DHI) keine Biologie im eigenen Hause betreibt, nahmen Biologen auf Einladung von Herrn Roll an sechs DHI-Fahrten teil. — Herr Dietrich hat seit den frühen Nachkriegsfahrten der „Gauss“ das Konzept einer alle Disziplinen umfassenden Allgemeinen Meereskunde zu verwirklichen versucht. Als Vorsitzender der Senatskommission für Ozeanographie und der Deutschen Wissenschaftlichen Kommission für Meeresforschung war er eifriger Mittler zwischen Meeresphysik und Biologie. Das war aus wissenschaftspolitischen Gründen sicher klug, aus der Sicht der physikalischen Meereskunde aber nicht selbstverständlich. Im Gegensatz zum ausgeglichenen Geben und Nehmen zwischen Biologen, Chemikern und Geologen, ist der Biologe gegenüber dem Physiker vor allem Bittsteller um hydrographische Daten. — Die Meeresphysiker haben früher als die Biologen erkannt, daß moderne Geräteentwicklung nur durch Zusammenarbeit zwischen dem an Meßergebnissen interessierten Wissenschaftler und dem angewandten Physiker mit Ingenieur Erfahrung möglich ist. In den letzten Jahren haben auch die Biologen in wachsendem Maße von der Hilfe und den Anregungen von Herrn Kroebel und seinen Schülern profitiert.

Die *Indische-Ozean-Expedition* knüpfte in ihren biologischen Arbeiten teils an die alten „Meteor“-Expeditionen, die Weltreise der „Galathea“ 1950—52 und die chemisch-biologischen Untersuchungen von Krey und Steemann-Nielsen der fünfziger Jahre an, teils waren es taxonomisch-terreographische Sammelarbeiten und in See verpflanzte Laboruntersuchungen. Nur wenige deutsche Biologen hatten nach dem Kriege Hochsee-Erfahrung in tropischen Meeren durch Teilnahme an Fahrten ausländischer Forschungsschiffe gewinnen können. Man kann die Arbeiten der 21 wissenschaftlichen Fahrtteilnehmer in vier Hauptgruppen einteilen:

- 1) Großräumige Aufnahme der Verbreitung und Häufigkeit von Organismen in einem weiten, bisher wenig erforschten Meeresgebiet

- 2) Großräumige Untersuchung von Primärproduktion und Biomasse des Planktons
- 3) Untersuchung der Lebensleistung einzelner Organismen tropischer Meere
- 4) Erforschung ökologischer, faunistischer und floristischer Probleme im Flachwasser und an den Stränden der schwer zugänglichen Farasan Inseln durch die Arbeitsgruppe Gerlach

Die erstgenannte Arbeitsrichtung hat für einige Organismengruppen, für die Spezialisten in der BRD existierten oder herangebildet werden konnten, ein detailliertes Bild des Planktons erbracht. Zu nennen sind die umfassenden Darstellungen von Zeitzschel über die Tintinnen, Bückmann: Appendicularien, Weigmann: Euphausiaceen und Nellen: Fischbrut. Auch wenn tiergeographische und systematische Aspekte bei diesen Arbeiten im Vordergrund standen, so befaßten sie sich doch alle auch mit synökologischen, besonders nahrungsökologischen Fragen.

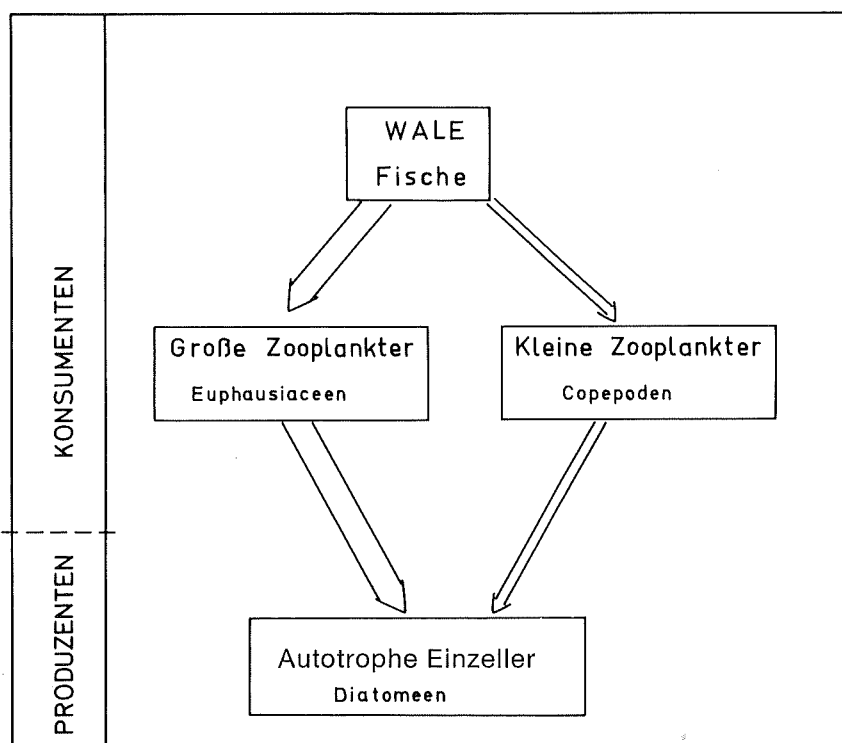


Abb. 36a: Nahrungskette in arktischen und antarktischen Meeren

Weigmann beschreibt die Stellung der Euphausiaceen in tropischen Nahrungsketten (Abb. 36 b), die sich vom arktischen Ökosystem (Abb. 36 a) unterscheidet. Während in phytoplanktonreichen Gebieten, besonders der höheren Breiten Euphausiaceen herbivor oder omnivor sind, müssen sie sich in den Tropen und Subtropen überwiegend carnivor von feinem Zooplankton ernähren, ein besonders schönes Beispiel für die höhere Komplexität der Nahrungskette in Meeren niederer Breiten.

Nellens Bearbeitung der Fischbrut des Arabischen Meeres zeigt die enorme Vielfalt der tropischen Fischfauna: während in unseren heimischen Meeren wenige, ökonomisch wichtige und wegen ihrer Einheitlichkeit leicht nutzbare Arten dominieren, weist Nellen in der Fischbrut des Arabischen Meeres mehr als hundert Familien nach und zeigt deren unterschiedliche Verbreitungsschwerpunkte auf (Abb. 37). Die Bindung des Planktons an bestimmte Wasserkörper konnte dank der guten hydrographischen Daten für verschiedene Planktongruppen recht genau erfaßt werden.

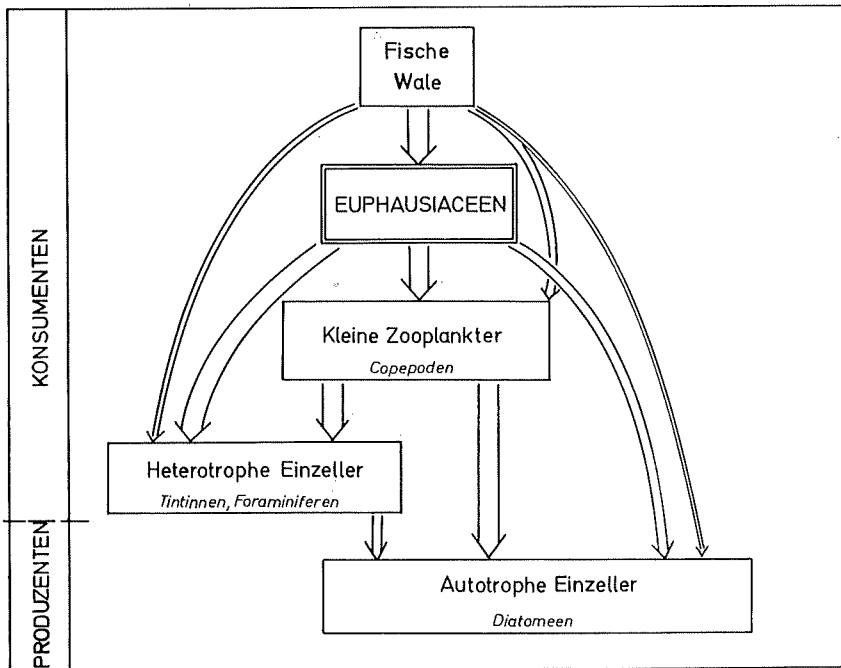


Abb. 36b: Stellung der Euphausiaceen in der tropischen Nahrungskette (nach Weigmann, 1970)

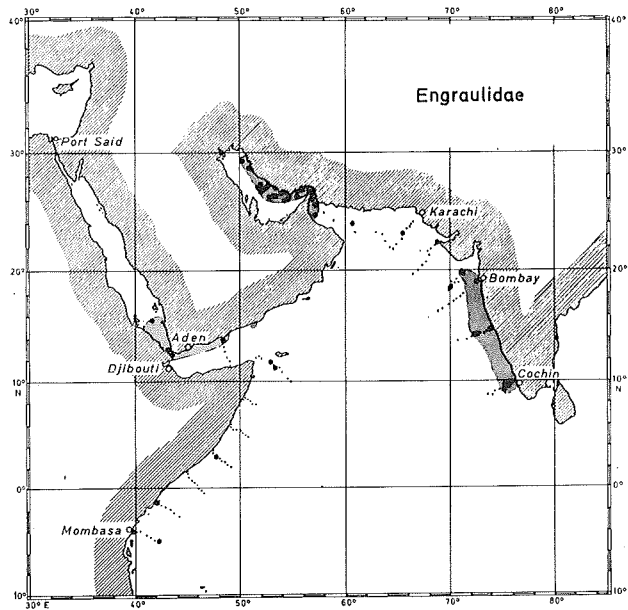


Abb. 37: Verbreitung der Sardellenbrut im Arabischen Meer (aus Nellen, 1972)

Die Untersuchungen des Benthos haben auf ganz unterschiedlichen Gebieten Ergebnisse geliefert: Kotthaus bearbeitete die Bodenfische des Arabischen Meeres und hat eine ganze Reihe von Artbeschreibungen und Erstnachweisen vorgelegt. In den bisher erschienenen 10 Heften der biologischen Reihe der „Meteor“-Forschungsergebnisse nehmen die ichthyologischen Beiträge knapp ein Drittel des Raumes ein.

Als floristisches Gegenstück — allerdings kleineren Umfangs — seien die Untersuchungen von Nizzamuddin und Gessner über die Algen des Sublitorals des Persischen Golfs genannt.

Eine biologisch sehr wichtige Entdeckung der Indischen-Ozean-Expedition ist bis heute noch nicht im Detail publiziert worden: Thiel sammelte erstmalig das Meiobenthos, d. h. millimetergroße Tiere im Sediment der Tiefsee. In Flachmeeren ist das Meiobenthos im Vergleich zu den größeren Tieren mengenmäßig unbedeutend. In der Tiefsee macht es dagegen bis zur Hälfte der gesamten tierischen Biomasse aus. Da der Stoffwechsel kleiner Tiere pro Gewichtseinheit hoch ist, wird der tierische Stoffwechsel am Boden der Tiefsee wahrscheinlich im wesentlichen vom Meiobenthos geprägt und ist um ein Mehrfaches größer als früher

angenommen wurde. Neuere Untersuchungen im Atlantik von Thiel, Gerlach und dessen Mitarbeitern haben diesen Befund bestätigt. Vermutlich liegt aber die Stoffwechselaktivität der Mikroorganismen, vor allem der Bakterien, noch um eine Zehnerpotenz über der des Tiefsee-Meioibenthos.

Die auf der Indischen-Ozean-Expedition gewonnenen Globalangaben pflanzlicher Produktion und Biomasse bilden Bestandteile des Atlases der chemischen Biologie des Indischen Ozeans, den Krey im Auftrag der Intergovernmental Oceanographic Commission herausgibt. Die großzügige Förderung der DFG ist hier besonders hervorzuheben. In zäher Arbeit wurden die Daten von Chlorophyll, Eiweiß und Primärproduktion zusammengetragen und die Inhomogenität der Angaben der verschiedenen Institute ausgeglichen. Die bisher fertiggestellten Karten zeigen bereits deutlich, in welchen Gebieten des Indischen Ozeans Phytoplankton und Primärproduktion konzentriert sind und wie sie jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen. Ich glaube, daß der Atlas den vorläufigen Schlußstrich unter die Bemühungen um eine pauschalierende Darstellung der Biomasse und Produktionsverhältnisse in ganzen Ozeanen ziehen wird. Ein neuer Anlauf erscheint erst sinnvoll, wenn unsere Meßmethoden vereinheitlicht sind, und wenn wir auf Grund von Detailstudien die Produktionsvorgänge und die Wechselwirkung von Biomasse und Produktion auf den verschiedenen trophischen Ebenen verstehen. Bis dahin wird der Atlas lange Zeit das Referenzwerk der biologischen Meereskunde des Indischen Ozeans sein. Für die dritte Arbeitsrichtung, die Untersuchung einzelner lebender Organismen an Bord, sei nur ein Beispiel angeführt: Werner gelang es, kleine Polypen der Gattung *Stephanoscyphus* an Bord lebend zu halten und zu kultivieren. Seit sieben Jahren leben die Polypen in der Biologischen Anstalt Helgoland. Werner konnte an ihnen u. a. grundsätzliche Fragen der Stammesgeschichte dieser Gruppe klären, da sich herausstellte, daß gerade *Stephanoscyphus* einen sehr ursprünglichen Typ der Scyphozoen repräsentiert.

Viel Kritik ist an der Indischen-Ozean-Expedition (IIOE) geübt worden: Der Mangel an einem gemeinsamen Forschungskonzept der Biologen und die Überlastung des Programmes mit Einzelaufgaben. Die hier aufgeführten Ergebnisse scheinen mir trotzdem den Aufwand zu rechtfertigen. Darüberhinaus war die Expedition die „Schule der Nation“

für die deutsche biologische Meeresforschung. Die hier von Vielen gesammelten Erfahrungen waren zusammen mit den erzielten Ergebnissen das Fundament für weitere Entwicklungen.

Eine besonders wichtige Folge der 1. „Meteor“-Expedition war das Bemühen um bessere quantitative *Fangtechniken*. Manche Geräte der IIOE unterschieden sich nicht wesentlich von denen der Jahrhundertwende. Die Beteiligung von Biologen an späteren Forschungsfahrten diente vielfach der Erprobung neuer Fanggeräte. Die Notwendigkeit in wohldefinierten Horizonten Mikronekton und Plankton quantitativ (mit Kontrolle von Wasserdurchfluß und Schlepptiefe) zu fangen, war spätestens durch den Nachweis der tiefen Echostreuschichten und der O<sub>2</sub>-armen Schichten im offenen Ozean evident geworden. Diesem Problem hat sich Kinzer mit viel Geduld gewidmet.

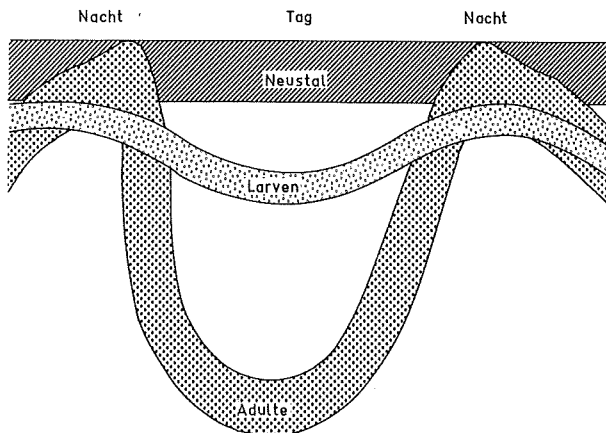


Abb. 38: Tagesperiodische Wanderungen von Zooplankton (nach Weikert, 1972)

Die quantitative Erfassung der Bodenfauna und ihrer räumlichen Verteilung erstrebte Thiel durch den Einsatz von Unterwasserfernsehen, UW-Photographie und Sammelgeräten. Der Photoschlitten mit seinen langen, kontinuierlichen Bildfolgen ist wohl zur Zeit das beste Gerät, um Besiedlungsdichte, Besiedlungsflecken und Lebensspuren (Kriechspuren, Bohrlöcher) zu erfassen. Wichtige Neuentwicklungen der Institute in Bremerhaven und Kiel sind der Bodenwassersammler von Wellershaus und die Planktonpumpe von Lenz.

Trotz der größeren methodischen Schwierigkeiten hatten die Biologen



weder bei uns noch in USA oder UdSSR den Mut der Physiker zu sehr teuren Entwicklungen. Auch fehlte der nötige Kontakt zur Industrie. Eine gewisse Wende zeichnet sich jetzt ab: Die Überwachung der Meeresverschmutzung erfordert im großen Ausmaß kontinuierlich und rationell arbeitende biologische Meßgeräte.

Nach der Indischen-Ozean-Expedition haben sich die biologischen „Meteor“-Arbeiten auf den iberischen und kanarischen Raum beschränkt — und zwar sowohl auf den ozeanischen als auch den küstennahen Bereich.

Die ozeanischen Untersuchungen konzentrieren sich auf zwei Fragen: Einerseits die Zusammensetzung der Echo-Streuschicht und die Vertikalwanderungen ihrer Komponenten und andererseits die Besiedlung des Tiefseebodens, des Kontinentalabhangs und der Seberge mit Makro-, Meio- und Mikrobenthos.

Ein Sondergebiet planktologischer Arbeit wurde seit 1967 bei uns so stark vorangetrieben, daß wir hier, zusammen mit sowjetischen Arbeitsgruppen, führend sind: Die Untersuchung des Neuston, d. h. der Tiere in den obersten Zentimetern der Wassersäule (Abb. 38). In ausführlichen Studien von Hartmann und Weikert und einer Reihe kleinerer Arbeiten wurde die Bedeutung dieses Biotops für Fischbrut und Evertibraten untersucht. Vergleiche mit anderen Meeresgebieten zeigten, daß sich in warmen Meeren mehr als in den höheren Breiten eine typische Neustonfauna ausbildet.

Auf der *Kuppenfahrt* 1967 und auf dem 2. Abschnitt der *Roßbreiten-Expedition* 1970 sollten die Fauna und die Lebensbedingungen auf isolierten Sebergen untersucht werden (Abb. 39). Vergleiche mit dem Schelf zeigten dabei folgendes: Die Besiedlung des Bodens der Meteorbank ist erheblich ärmer an Arten und Individuen als vergleichbare Abschnitte des Kontinentalabhangs in ca. 300 m Tiefe. Die meisten Bodentiere der Bank sind Filtrierer, die sich von Plankton und Detritus, z. T. auch von aufgewirbeltem Bodenmaterial ernähren. Auch die recht arme Fischfauna der Meteor-Bank nährt sich von Zooplankton. Wahrscheinlich ist die autochthone Planktonproduktion über der Bank nicht hoch. So wurde postuliert, daß ozeanisches Plankton, das über die Bank driftet und im Rahmen seiner tagesperiodischen Wanderungen auf dem Plateau der Bank strandet, eine wichtige zusätzliche Nahrungsquelle ist. Der Beweis hierfür steht aber noch aus.

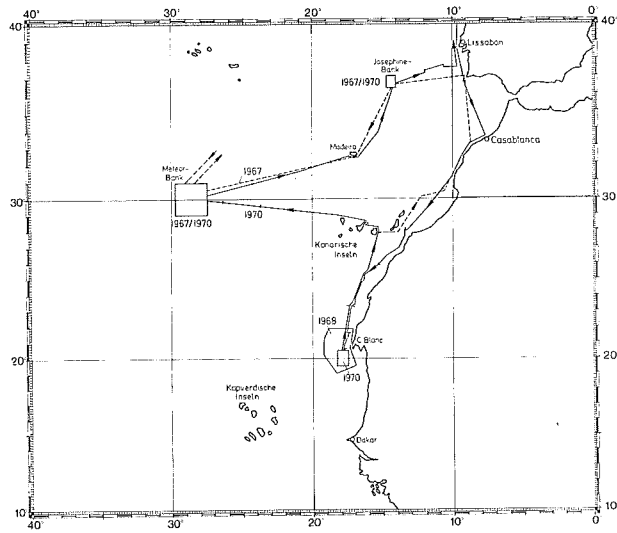


Abb. 39: Arbeitsgebiete der „Meteor“-Reisen 9, 13, 19

Eine befriedigende Antwort auf die Frage nach der Fortpflanzung der Kuppenfauna wurde noch nicht gefunden. Für eine Reihe von Arten zeigte sich, daß sie entweder eine direkte Entwicklung oder ganz kurze Larvenstadien haben und daher selbsterhaltende Populationen auf der Bank bilden können. Andere Arten scheinen auf Rekrutierung von außen angewiesen zu sein. Zur Beurteilung des Nahrungs- und Larventransportes im Bereich der Großen Meteor-Bank waren die Strommessungen von Meincke von entscheidender Bedeutung.

1968 unternahm das DHI eine Fahrt ins westafrikanische *Auftriebsgebiet*, an der auch einige Biologen teilnahmen. Diese Untersuchungen wurden auf der Roßbreitenexpedition 1970 von Planktologen, Mikro- und Fischereibiologen sowie Chemikern des Instituts für Meereskunde, Kiel, gemeinsam mit der kleinen physikalischen Arbeitsgruppe Wooster und Tomczak jr. fortgesetzt: Auf einer 12-tägigen Drift wurde das Altern eines frisch an die Oberfläche gelangten Wasserkörpers verfolgt. Dabei wurden regelmäßig chemische und physikalische Größen in verschiedenen Tiefen im Zentrum des Wasserkörpers gemessen. Veränderungen in der Konzentration der Nährsalze lassen sich zum Teil auf die gleichzeitige starke Vermehrung des Phytoplanktons zurückführen. Daneben spielten aber zweifellos Vermischungsvorgänge eine

wichtige Rolle. Die Analyse der physikalischen Messungen, eines Teiles der Nährstoffdaten und der Angaben über die Biomasse und Produktion des Phytoplanktons zeigt, daß unser Konzept von einem isolierten, alternden Wasserkörper, in dem die Produktion ausschließlich vom Angebot an Nährsalzen gesteuert wird, wahrscheinlich nicht korrekt ist. Über die Rolle des Zooplanktons als Weidetiere im Auftriebsgebiet wissen wir sehr wenig. Alle Netze waren in kürzester Zeit von Algen verklebt, so daß quantitative Zooplanktonfänge kaum möglich waren. Zwar war das Auftriebsunternehmen 1970 — auch international gesehen — der bis dahin gründlichste Versuch, das Auftriebsgeschehen vor Westafrika in seinen chemischen und biologischen Konsequenzen zu erfassen, so war es doch naiv anzunehmen, daß wir binnen zwei Wochen mit einem einzigen Schiff ein befriedigendes Bild erhalten würden. Die 26. Reise der „Meteor“ von Januar bis März 1972 wird kombiniert mit dem Einsatz von „Planet“ und einem Flugzeug. So werden ca. 40 Wissenschaftler und Techniker im Auftriebsgebiet jeweils gleichzeitig



Abb. 40: In kleinräumigen Auftriebswasserkörpern wurde 1970 eine Aufwölbung und Verstärkung der Echostreuschicht beobachtet

arbeiten. Wir erhoffen uns davon Aussagen über Größe und Häufigkeit von Auftriebswasserkörpern, über ihre Genese und Auflösung, über Vorgänge an der Front von Auftriebskörpern und über den Vertikaltransport. Vor diesem physikalischen Hintergrund — und nur durch ihn — lassen sich dann hoffentlich die räumlichen und zeitlichen Unterschiede in der Konzentration der Nährstoffe und Gase sinnvoll interpretieren, soweit sie nicht unmittelbar vom biologischen Geschehen abhängen. Eine starke biologische Gruppe wird sich des Planktons aller Größenklassen und trophischen Ebenen annehmen und die Lage der Echostreuschichten untersuchen (Abb. 40).

## B. AUSBLICK

Mit dem Hinweis auf die Auftriebsexpedition sind wir aus dem Rückblick schon herausgetreten. Wir müssen jetzt fragen: wo steht die deutsche Biologie im Rahmen der internationalen Meeresforschung und wo soll sie im Hinblick auf künftige „Meteor“-Fahrten ihre Schwerpunkte setzen?

Zwei Hauptarbeitsgebiete der biologischen Meereskunde lassen sich erkennen, die eng miteinander verknüpft sind:

- 1) Der biologische Stoffkreislauf und Energiefluß, und
- 2) die räumliche Verteilung der Organismen

Im Ausland ist der Stoff- und Energiehaushalt von Ökosystemen im letzten Jahrzehnt fast ausschließlich in küstennahen Gewässern, meist abgeschlossenen Buchten, studiert worden. Neben der pauschalierenden, chemischen Analyse ist man dazu übergegangen, einzelne wichtige Glieder des Ökosystems isoliert zu betrachten, um Nahrungsauswahl, -bedarf und -ausnutzung kennenzulernen und damit die Stellung der einzelnen Glieder innerhalb des Netzwerkes, das wir vergrößernd „Nahrungskette“ nennen, kennenzulernen. In jüngster Zeit werden parallel dazu mathematische Modelle entwickelt, die die Beziehungen innerhalb des Netzwerkes beschreiben sollen. Die Modelle können uns auch Anhaltspunkte dafür liefern, welche Daten aus Freilandmessungen oder physiologischen und ökologischen Laborversuchen zum Verständnis der Systeme besonders dringend erforderlich sind. Die deutsche Meeresforschung ist auf diesem Gebiet im Rückstand: Ein Kieler Sonderforschungsbereich hat ein entsprechendes Programm für die Kieler Bucht entwickelt, das gerade erst anläuft. Wie kann man solche, durch hypothetische Modelle ge-

gesteuerte Analysen auf Ökosysteme der offenen See übertragen? Auf Grund der beträchtlichen räumlichen und zeitlichen Konstanz erscheint das Studium benthischer Gemeinschaften noch relativ einfach. Hier haben die deutschen Untersuchungen in verschiedenen Klimazonen und Tiefenstufen bereits wichtige Daten geliefert. Wir wissen aber fast nichts über die Stoffwechselleistungen.

Die Entwicklung von System-Modellen des Pelagials der offenen See trifft auf weit größere Schwierigkeiten durch Verdriftungen und Vermischungen. Wenn z. B. der Oberflächenstromzirkel im Nordatlantik nach Wyrski eine Umlaufzeit von ca. sechs Monaten hat, müssen wir annehmen, daß ständig erhebliche Mengen organischen Materials, lebend und tot, partikulär und vor allem gelöst aus den hochproduktiven höheren Breiten in die Subtropen gelangten. Sorokin versucht anhand sowjetischer Untersuchungen nachzuweisen, daß die Bakterien die wichtigste Nahrungsquelle filtrierender Zooplankter warmer Meere sind, daß aber diese Bakterien im wesentlichen von gelöster organischer Substanz leben, die aus höheren Breiten herantransportiert wird. Auch zwischen den Lebensgemeinschaften der Auftriebswasserkörper und der benachbarten Wassermassen oder zwischen den Gemeinschaften der Tiefenstreichschicht und des Oberflächenwassers bestehen solche Wechselwirkungen.

Trotzdem müssen wir auch für die offene See zu brauchbaren Vorstellungen über den Stoff- und Energiehaushalt kommen — allein schon, um die Frage nach der Rolle des Meeres als Nahrungsquelle des Menschen aus dem Nebel vager Spekulationen herauszuziehen. Das Longterm and Expanded Programme of Ocean Research der Vereinten Nationen setzt hier klare Prioritäten.

Die Frage nach der räumlichen Verteilung der Meeresorganismen hat einen bio-geographischen und einen kleinräumigen Aspekt. Die großräumige Verbreitung ist auf zahlreichen Expeditionen — zuletzt durch die Zusammenarbeit vieler Schiffe — erforscht worden. Der deutsche Beitrag zu dieser Art von Untersuchungen war stets groß. Er fand seinen Niederschlag in sehr guten Verbreitungskarten. Vom rein geographischen Aspekt führte der Weg zur Untersuchung der Bindung der Organismen an bestimmte Wassermassen und zur Beschreibung langfristiger Schwankungen in der räumlichen Verteilung und Häufigkeit von Organismengruppen.

Derartige Fragen lassen sich nur durch starr eingehaltene Routine-Programme beantworten, wie sie im Ausland teilweise auf Handels- und Wetterschiffen durchgeführt werden. Abgesehen vom rein wissenschaftlichen Wert solcher Arbeiten, kommt ihnen heute eine zentrale Bedeutung bei der Untersuchung der Langzeiteffekte der Meeresverschmutzung zu. Außer wenigen Beobachtungsserien in der Nordsee und der Kieler Bucht, sind in der Bundesrepublik keine derartigen Arbeiten durchgeführt worden und es scheint mir fraglich, ob wir uns hier engagieren sollen. Sicher sind „Meteor“ und die beschränkte Forschungskapazität unserer Universitätsinstitute hierfür nicht geeignet.

Im engen Zusammenhang mit dem Problem des Stoff- und Energiehaushaltes steht die kleinräumige Verteilung der Organismen, d. h. die Frage nach Entstehung und innerem Zusammenhalt von Organismenwolken. Die ökologische Bedeutung der Tatsache, daß die Tiere des Meeres nicht zufallsmäßig im Wasser und Sediment verteilt sind, sondern vielfach Aggregate bilden, ist bisher längst nicht genug beachtet worden. Nur solche oasenartigen Anhäufungen sichern in vielen Fällen Ernährung und Fortpflanzung in der Weite des Meeres.

Die biologische Meeresforschung der BRD kann nicht allumfassend sein. Für die Schaffung von Prioritäten sind Kriterien zu entwickeln, die auf der einen Seite spezielle, z. T. traditionsgebundene wissenschaftliche Interessen, gesellschaftliche Aspekte und die Einpassung in ein sich entwickelndes System internationaler Zusammenarbeit und Arbeitsteilung ins Auge fassen, zum anderen aber die vorhandene materielle und personelle Kapazität in den Grenzen ihrer Ausbaufähigkeit berücksichtigen. Im „Gesamtprogramm Meeresforschung“, das vom Bundeswissenschaftsministerium neu bearbeitet wird, steht neben den fünf Schwerpunkten angewandter Meeresforschung die Grundlagenforschung. Im wahren Wortsinne sollten die biologischen Arbeiten auf „Meteor“ Grundlagen schaffen, einerseits für unser Verständnis der Erde und andererseits für die angewandte Forschung. Auch im Hinblick auf das „Gesamtprogramm“ haben wir damit eine unmittelbare Rechtfertigung der „Meteor“-Reisen, die ja nicht an der Beziehung zu den „Schwerpunkten“ zu messen sind. Darüberhinaus haben aber bestimmte Arbeiten, etwa Untersuchungen der Belastung ozeanischer Organismen mit chlorierten Kohlenwasserstoffen oder die Produktionsstudien in Auftriebsgebieten unmittelbaren Bezug zu Verschmutzungs- und Fischereiproblemen.

Speziell auf die „Meteor“-Reisen bezogen, scheinen mir zwei Hauptschwerpunkte sinnvoll zu sein: In erster Linie das weitere von Modellvorstellungen gelenkte Studium der Auftriebsgebiete und in zweiter Linie Untersuchungen am Kontinentalhang. Während das Studium des Auftriebsphänomens und seiner biologischen Folgen in erster Linie einen Einblick in die Produktionsvorgänge in freiem Wasser bietet, würden sich die Untersuchungen am Kontinentalhang vor allem auf das Benthos richten und hierin die Verbindung herstellen zwischen dem gut untersuchten Schelf und der Tiefsee. Vor Westafrika treffen sich die beiden hier anvisierten Projekte. Ihre Beziehung zu anderen Zweigen der Meeresforschung ist offensichtlich, denn diese Arbeiten werden nur durch die gezielte Kooperation mit Physikern, Chemikern und Geologen sinnvoll. Sie lassen sich nur auf einem Schiff von der Größe der „Meteor“ durchführen, das den verschiedenen Arbeitsrichtungen gleichzeitig Platz bietet.

Daneben steht eine Reihe langgehegter Wünsche an, z. B. der Wunsch nach behutsam gefangenem und konserviertem Plankton und Benthos für taxonomische Zwecke, nach dem Studium der abiotischen und mikrobiologischen Faktoren an der Meeresoberfläche im Hinblick auf unsere Neustonuntersuchungen und nach einem systematischen Vergleich des lebenden Inventars verschiedener Wassermassen. Auch ein Ostseeunternehmen, bei dem endlich einmal eine größere Anzahl verschiedener Arbeitsgruppen gleichzeitig auf einem Schiff arbeiten kann, scheint in vielerlei Hinsicht verlockend. Den meisten Ostseeanliegern stehen hierfür keine geeigneten Schiffe zur Verfügung.

Über alle diese Wünsche und Vorschläge müßte man bei der künftigen Forschungsplanung im Lichte der genannten Prioritätskriterien diskutieren. Für den sinnvollen Einsatz der „Meteor“ für die biologische Meereskunde sind aber noch einige Voraussetzungen zu erfüllen, mehrere Arbeitsrichtungen müssen bei uns intensiviert werden:

- a) Physiologische Studien an Hochseetieren als Ergänzung und Fundament synökologischer Arbeit. Hierfür bedarf es der Entwicklung geeigneter Fang-, Hälterungs- und Kulturmethoden für den Bordgebrauch.
- b) Die Mikrobiologie leistet in der Bundesrepublik, wie in den meisten anderen Ländern, noch nicht ihren vollen Beitrag zur Analyse des Stoffhaushaltes des Meeres, obschon unsere sporadischen Kenntnisse auf eine dominierende Rolle mikrobieller Prozesse hinweisen.

c) Ein Detailstudium der Ökosysteme und ihrer räumlichen Strukturen ist ohne sichere Artdiagnose nicht befriedigend durchführbar. Die Zahl der Taxonomen ist heute in vielen Fällen zum limitierenden Faktor für Quantität und Qualität ökologischer Aussagen geworden. Der Mangel an taxonomischen Spezialisten in der Bundesrepublik läßt sich beispielsweise daran ablesen, daß Gruppen des Benthos und des Planktons der Kuppenfahrten 1967 bis heute nicht vollständig bearbeitet sind, während über die etwa gleichzeitig durchgeführte südafrikanische Expedition zum Vema-Seamount bereits ausführliche Veröffentlichungen vorliegen. — Die Fischbrutfänge der ersten „Meteor“ Reise benötigen 105 Stunden Stationszeit. Sie wurden in etwa 2000 Arbeitsstunden durch technische Kräfte sortiert und in weiteren 3000 Stunden durch Nellen taxonomisch bearbeitet. Objekterkennung durch Laserstrahlen wird in nicht zu ferner Zukunft hoffentlich die Sortierarbeit beschleunigen. Sie kann aber nicht den Taxonomen ersetzen. Die von der DFG ins Leben gerufene und jetzt vom Bundeswissenschaftsminister finanzierte Gruppe von sechs Taxonomen ist ein Anfang, den es durch gezielte Werbung und Finanzierung auszubauen gilt.

Die Begeisterung für internationale Großprojekte der biologischen Erforschung einzelner Meeresregionen durch den Einsatz vieler Forschungsschiffe ist bei uns, wie in manchen anderen Staaten, erlahmt. Statt regionaler Aufnahmen werden jetzt Prozesse und Verteilungsmuster studiert. Dies setzt eine neue Form der arbeitsteiligen Zusammenarbeit mit jeweils speziell ausgewählten ausländischen Forschungsschiffen, Instituten und Einzelforschern voraus. Die Gewährung von Auslandsstipendien der DFG an jüngere Meeresforscher hat hier reiche Früchte getragen. Die so geknüpften Kontakte sollten wir jetzt nutzen, in dem man bestimmte Forschungsvorhaben auf „Meteor“ und in unseren Laboratorien mit internationaler Besetzung durchführt. So läßt sich das bescheidene Potential unserer Meeresforschung stärken und einem Provinzialismus entgegenwirken.

#### LITERATUR

Es wird auf die „Meteor“-Forschungsergebnisse Reihe A, 1966 ff und Reihe D hingewiesen. Inhaltsverzeichnis s. Anhang dieses Heftes.